

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 195 19 588 A 1

51 Int. Cl.⁶:
B 62 D 3/12
B 62 D 6/00

21 Aktenzeichen: 195 19 588.4
22 Anmeldetag: 29. 5. 95
43 Offenlegungstag: 7. 12. 95

DE 195 19 588 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31
30.05.94 JP P 6-140868

71 Anmelder:
Honda Giken Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP

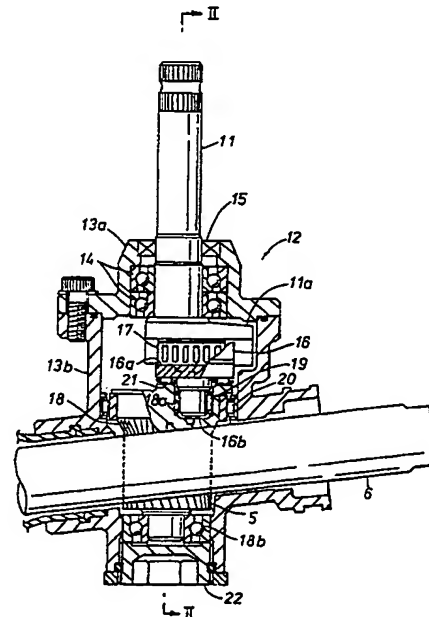
74 Vertreter:
H. Weickmann und Kollegen, 81679 München

72 Erfinder:
Shimizu, Yasuo, Wako, Saitama, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Lenkvorrichtung mit variablem Übersetzungsverhältnis

57 Eine erste Welle (11) und eine zweite Welle (18) sind drehbar von einem Gehäuse (13a, 13b) parallel zueinander verlaufend, jedoch gegeneinander versetzt angeordnet. Zwischen einander zugewandten Axialenden dieser Wellen (11, 18) ist ein Zwischenelement (16) angeordnet. Das Zwischenelement (16) überträgt Drehmoment von der ersten Welle (11) auf die zweite Welle (18), jedoch ist das Zwischenelement (16) relativ zu der ersten Welle (11) radial verschiebbar und steht mit der zweiten Welle (18) an einem radial versetzten Punkt in Eingriff. Da der Abstand zwischen der axialen Mittellinie der ersten Welle (11) und dem Eingriffspunkt zwischen dem Zwischenelement (16) und der zweiten Welle (18) sich mit der Winkelverlagerung der ersten Welle (11) ändert, kann ein gewünschtes nicht-lineares Verhalten zwischen der Winkelverlagerung der ersten Welle (11) und der zweiten Welle (18) erhalten werden. Dieses Verhalten kann dazu verwendet werden, ein gewünschtes variables Übersetzungsverhältnis zu erzielen, das für die Lenkvorrichtung geeignet ist. Ferner birgt die wechselweise Gleitbewegung zwischen der ersten Welle (11) und der Zwischenwelle (16) in radialer Richtung eine derartige Beziehung in sich, und sie kann bemessungsmäßig präzise und spielfrei erzielt werden, da die Bewegungen der beweglichen Elemente streng aus Drehbewegungen kreisförmiger Elemente und einfachen Linearbewegungen bestehen. Rollenlager (17) und Kugellager sollten in verschiedenen Teilen zur Minimierung von Spiel ...



Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 10. 95 508 049/625

15/31

DE 195 19 588 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die folgenden Patentanmeldungen betreffen ähnliche Gegenstände wie die vorliegende Anmeldung. Die Offenbarung dieser Patentanmeldungen sei hiermit durch Bezugnahme in die vorliegende Anmeldung aufgenommen:

	Anmeldenummer	Anmeldetag	Prioritätsanmeldung	Prioritätstag
10	195 08 708.9	10.03.1995	JP-6-074192	18.03.1994
	P 44 03 521.7	04.02.1994	JP-5-044699	08.02.1993
	P 44 03 379.6	03.02.1994	JP-5-042029	04.02.1993

15

Die Erfindung betrifft eine Lenkvorrichtung mit variablem Übersetzungsverhältnis für ein Fahrzeug, welche das Verhältnis des gelenkten Winkels der lenkbaren Straßenräder zu dem Lenkwinkel des Lenkrads bzw. das Lenkwinkelverhältnis in Abhängigkeit von der Größe der Lenkeingabe verändern kann.

20 Lenkvorrichtungen für Kraftfahrzeuge umfassen typischerweise einen Zahnstangen/Ritzel-Mechanismus wie er in Fig. 6 dargestellt ist. Wie im Stand der Technik wohlbekannt ist, ist ein Lenkrad 1 fest an einem oberen Ende einer Lenkwelle 2 angebracht, und ein unteres Ende der Lenkwelle 2 ist über ein Paar Universalgelenke bzw. Kreuzgelenke 3 mit einer Kopplungswelle 4 verbunden. Ein Ritzel 5 ist fest an einem unteren Ende der Kopplungswelle 4 angebracht und kämmt mit einer Zahnstange 6, die über Zugstangen 7 und Gelenkhebel 8 mit Straßenrädern 9 verbunden ist, wie dies im Stand der Technik wohlbekannt ist. Somit wird die Drehbewegung β des Ritzels 5 in eine Linearbewegung L der mit dem Ritzel 5 kämmenden Zahnstange 6 übergeführt, welche ihrerseits über die Zugstangen 7 und die Gelenkhebel 8 in eine Lenkbewegung T der Straßenräder 9 übergeführt wird.

Bei derartigen herkömmlichen Lenkvorrichtungen ändert sich der Lenkwinkel T der Straßenräder 9 im wesentlichen linear mit dem Drehwinkel α des Lenkrads 1. Im Hinblick auf die Handhabung des Fahrzeugs ist es jedoch erwünscht, daß der zum Erzielen eines maximalen Lenkwinkels der Straßenräder 9 erforderliche Drehwinkel des Lenkrads 1 ziemlich klein ist. Genauer gesagt, falls die Beziehung zwischen dem Drehwinkel des Lenkrads und dem Lenkwinkel der Straßenräder derart festgesetzt ist, wie dies in Fig. 7 durch die strichpunkt-25 tierte Linie (v) angegeben ist, wird der erforderliche Drehwinkel des Lenkrads i herabgesetzt und in einem Niedergeschwindigkeitsbereich kann eine günstige Fahrzeughandhabung erzielt werden, das Fahrzeug kann aber in einem Hochgeschwindigkeitsbereich so übermäßig ansprechen (Gierrate, Seltenbeschleunigung und Wankbewegung), daß die Fahrzeughandhabung in dem Hochgeschwindigkeitsbereich nicht akzeptabel sein kann. Dies bedeutet, daß jegliche feste lineare Beziehung zwischen dem Drehwinkel des Lenkrads und dem Lenkwinkel der Straßenräder nicht in allen Geschwindigkeitsbereichen zufriedenstellend sein kann.

40 Auf diesen Betrachtungen basierend wird die Beziehung zwischen dem Drehwinkel des Lenkrads und dem Lenkwinkel der Straßenräder normalerweise gemäß dem Kompromiß zwischen dem gewünschten Ansprechverhalten des Fahrzeugs sowohl im Hochgeschwindigkeitsbereich als auch im Niedergeschwindigkeitsbereich bestimmt, und sie wird typischerweise derart bestimmt, daß ein maximaler Lenkwinkel erzielt werden kann, indem das Lenkrad aus einer Neutralstellung heraus in jeder der Richtungen um 1,5 Umdrehungen oder 540° gedreht wird, wie dies in der Darstellung von Fig. 7 durch die strichpunkt-punktierte Linie (w) angegeben ist.

Die Darstellung der Fig. 8 zeigt schematisch die Änderungen des maximalen praktischen Lenkwinkels mit der Fahrzeuggeschwindigkeit. Die dünne strichpunkt-punktierte Linie (x) gibt den maximalen praktischen Lenkwinkel für das herkömmliche Lenksystem an. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit extrem niedrig ist, kann das Lenkrad um bis zu 1,5 Umdrehungen gedreht werden. In einem Hochgeschwindigkeitsbereich des Fahrzeugs muß jedoch der Drehwinkel des Lenkrads extrem klein gehalten werden, um das Fahrzeug stabil lenken zu können. Idealerweise ist es erwünscht, den maximalen praktischen Lenkradwinkel in einem Niedergeschwindigkeitsbereich auf einen niedrigeren Wert abzusenken und ihn in einem Hochgeschwindigkeitsbereich zu erhöhen, wie dies in Fig. 8 durch die dicke Kurve (y) angegeben ist. Dies kann man dadurch erreichen, daß man das Übersetzungsverhältnis zwischen dem Lenkrad und den Straßenrädern α/β in dem Niedergeschwindigkeitsbereich vermindert und in dem Hochgeschwindigkeitsbereich erhöht.

55 Das Lenksystem mit veränderlichem Lenkwinkelverhältnis, das in der Patentanmeldung 195 08 708.9 (eingereicht am 10.03.1995) vorgeschlagen wurde, war zum Erreichen dieses Ziels gedacht. Das Lenksystem gemäß Fig. 11 der Patentanmeldung 195 08 708.9 ist in der vorliegenden Patentanmeldung in Fig. 9 dargestellt. Dieses Lenksystem umfaßt eine Eingangswelle 101, die mit dem Lenkrad verbunden ist und von einem im wesentlichen zylindrischen Halterungselement 103 über ein zweifaches Radiallager 102 drehbar gehalten ist, wobei das Radiallager 102 seinerseits von einem Gehäuse 106 über Halterungsstifte 104 und 105 verschiebbar gehalten ist, welche an dem Halterungselement 103 einstückig ausgebildet sind. Eine in einer Ausgangswelle 107 integral vorgesehene exzentrische Welle 108 ist mit der Eingangswelle 101 über eine Gleitkupplung 109 verbunden. Die Ausgangswelle 107 ist mit einem Ritzel 5 gekoppelt, welches seinerseits zur Übertragung eines Lenkdrehmoments auf die Straßenräder mit einer Zahnstange 6 kämmt. Bei diesem Lenksystem kann das Lenkwinkelverhältnis kontinuierlich geändert werden, indem man das Halterungselement 103 orthogonal zur Eingangswelle 101 bewegt und die Exzentrizität zwischen der Eingangswelle 101 und der Ausgangswelle 107 verändert.

Falls die mechanische Steifigkeit der kraftübertragenden Elemente des Lenksystems und/oder die Fertigungs-

genauigkeit nicht ausreicht, kann jedoch bei diesem Aufbau das Lenkwinkelverhältnis durch die Größe der Lenklast beeinträchtigt werden, und in dem Lenksystem kann ein nicht zu akzeptierendes Spiel erzeugt werden. Ferner kann der Vorgang des Veränderns des Lenkübersetzungsverhältnisses nicht glatt durchgeführt werden, falls die Fertigungsgenauigkeit nicht ziemlich hoch ist.

Da dieses früher vorgeschlagene Lenksystem mit variablem Lenkverhältnis im Gegensatz zu dem herkömmlichen auf dem Kompromiß zwischen den Anforderungen sowohl des Hochgeschwindigkeitsbereichs als auch des Niedergeschwindigkeitsbereichs basierenden Lenksystems ein relativ niedriges Lenkübersetzungsverhältnis mit sich bringt ist es insbesondere erforderlich, die Steifigkeit zu erhöhen und den Betrieb des Übersetzungsverhältnis-Veränderungsmechanismus umso glatter zu machen. Da die Halterungsstifte 104 und 105 mit dem Gehäuse 106 in Gleiteingriff stehen, ist es jedoch schwierig, eine zum Erzielen hoher Halterungssteifigkeit und zum Ermöglichen eines glatten Betriebs des Übersetzungsverhältnis-Veränderungsmechanismus ausreichende Bemessungsgenauigkeit sicherzustellen.

Ein weiteres Lenksystem mit variablen Verhältnis ist in der Patentanmeldung P 44 03 379.6 (eingereicht am 03.02.1994) vorgeschlagen.

Der Inhalt der vorstehend genannten Patentanmeldungen sei hiermit durch Bezugnahme in die vorliegende Anmeldung aufgenommen.

Aus der japanischen Patentoffenlegungsschrift (Kokai) Nr. 2-14971 ist eine Lenkvorrichtung bekannt, die ein Paar elliptischer Zahnräder und ein weiteres Paar kreisförmiger Zahnräder zwischen der Eingangswelle und der Ausgangswelle einsetzt, um das Übersetzungsverhältnis mit zunehmender Lenkeingabe vermindern zu können. Als Ergebnis hiervon ist die Winkelbewegung des Ritzels für ein gegebenes Inkrement der Lenkeingabe relativ klein, wenn die Lenkeingabe klein ist, jedoch nimmt die Winkelbewegung des Ritzels für das gleiche Inkrement der Lenkeingabe bei großer Lenkeingabe zu. Somit ist es möglich, ein Lenkverhalten zu erzielen, wie es in Fig. 8 durch die Kurve (y) angegeben ist, und die Handhabung der Lenkvorrichtung des Fahrzeugs bleibt über den gesamten Geschwindigkeitsbereich des Fahrzeugs im wesentlichen gleichförmig.

Jedoch erfordert die Herstellung bzw. Bearbeitung elliptischer Zahnräder eine spezielle Werkzeuganordnung und es ist relativ schwierig, die erforderliche Genauigkeit zu erzielen. Ferner kann es vorkommen, daß der Fahrzeugführer gewisse Schwankungen der zum Drehen des Lenkrads erforderlichen Kraft spürt und einen ungünstigen Eindruck bekommt. Ferner ist das Drehzahluntersetzungsverhalten des Übersetzungsmechanismus der Lenkvorrichtung durch die Form der elliptischen Zahnräder bestimmt und kann nicht in einfacher Weise geändert werden. Ein genaues Kämmen der vier Zahnräder ist für eine günstige Handhabung der Lenkvorrichtung wesentlich, es erfordert jedoch einige besondere Sorgfalt. Die Beseitigung von Spiel aus dem sowohl die elliptischen Zahnräder als auch die kreisförmigen Zahnräder umfassenden Getriebezug ist schwierig, und in der Praxis ist ein gewisses Spiel in dem Getriebezug der Lenkvorrichtung unvermeidlich.

Im Hinblick auf diese Probleme des Standes der Technik ist es ein Hauptziel der Erfindung, eine Lenkvorrichtung mit variablem Übersetzungsverhältnis bereitzustellen, welche es bei einfachem Aufbau ermöglicht, die lenkbaren Straßenräder für ein gegebenes Inkrement der Lenkeingabe mit zunehmender Lenkeingabe um einen größeren Winkel zu drehen.

Ein zweites Ziel der Erfindung ist es, eine Lenkvorrichtung mit variablem Übersetzungsverhältnis bereitzustellen, welche relativ frei von Spiel ist.

Ein drittes Ziel der Erfindung ist es, eine Lenkvorrichtung mit variablem Übersetzungsverhältnis bereitzustellen, welche ausreichende Steifigkeit in dem Drehmomentübertragungsweg der Lenkvorrichtung sicherstellen kann.

Erfindungsgemäß werden diese Ziele durch Bereitstellen einer Lenkvorrichtung mit variablem Übersetzungsverhältnis für ein Kraftfahrzeug erreicht, umfassend: ein Gehäuse; eine erste Welle, die von dem Gehäuse um eine axiale Mittellinie der ersten Welle drehbar gehalten ist, wobei die erste Welle ein axial inneres Ende aufweist; eine zweite Welle, die von dem Gehäuse um eine axiale Mittellinie der zweiten Welle drehbar gehalten ist, welche parallel zur axialen Mittellinie der ersten Welle, jedoch bezüglich dieser axialen Mittellinie der ersten Welle versetzt verläuft, wobei die zweite Welle ein axial inneres Ende aufweist, welches dem axialen inneren Ende der ersten Welle zugewandt ist; und ein Zwischenelement, das mit dem axial inneren Ende der ersten Welle integral drehbar, jedoch relativ zu diesem in radialer Richtung verschiebbar in Eingriff steht und mit dem axial inneren Ende der zweiten Welle an einem bezüglich der axialen Mittellinie der zweiten Welle versetzten Punkt in Drehmomentübertragungseingriff steht; wobei die erste Welle oder die zweite Welle funktionsmäßig mit einem Lenkrad verbunden ist, während die jeweils andere Welle funktionsmäßig mit einem lenkbaren Straßenrad verbunden ist.

Da die erste Welle von der zweiten Welle versetzt ist, ändert sich der Abstand zwischen der axialen Mittellinie der ersten Welle und dem Eingriffspunkt zwischen dem Zwischenelement und der zweiten Welle mit der Winkelverlagerung der ersten Welle, und kann ein gewünschtes nicht-lineares Verhalten zwischen den Winkelverlagerungen der ersten Welle und der zweiten Welle erhalten werden. Ferner birgt die wechselseitige Gleitbewegung zwischen der ersten Welle und der Zwischenwelle in der Radialrichtung eine derartige Beziehung in sich, und diese Beziehung kann bemessungsmäßig präzise und spiel frei erzielt werden, da die Bewegungen der bewegbaren Elemente streng aus Drehbewegungen von Kreiselementen und einfachen Linearbewegungen bestehen.

Gemäß einer bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform ist eines der einander gegenüberliegenden axialen Enden der ersten Welle und des Zwischenelements mit einem Steg versehen und ist das andere der einander gegenüberliegenden axialen Enden der ersten Welle und des Zwischenelements mit einem komplementär ausgebildeten Schlitz zur Aufnahme des Stegs versehen, wobei ein Paar Gleitlager zwischen einander zugewandten Seitenwandungen des Stegs und des Schlitzes angeordnet ist. Vorzugsweise bestehen die Gleitlager aus Rollenlagern. Dies ermöglicht einen in hohem Maße spielfreien Eingriff zwischen der ersten Welle und

dem Zwischenelement mit einem minimalen Maß an Reibung.

Alternativ können die einander zugewandten axialen Enden der ersten Welle und des Zwischenelements mit einander zugewandten in Radialrichtung verlaufenden Nuten versehen sein und ein Gleitlager in den Nuten aufgenommen sein, um eine Drehmomentübertragung zwischen der ersten Welle und dem Zwischenelement bei gleichzeitiger Möglichkeit einer freien linearen Bewegung in radialer Richtung zu ermöglichen. Das Gleitlager kann eine Mehrzahl von Rollen umfassen, die in einer einzigen Reihe angeordnet sind, sowie eine Halterung umfassen, welche die Rollen drehbar hält, wobei die Drehachsen der Rollen alternierend um 90° versetzt sind, oder eine Mehrzahl von Kugeln umfassen, die in einer einzigen Reihe angeordnet sind, sowie eine Halterung umfassen, welche die Kugeln drehbar hält.

Zur Erzielung eines spiel- und reibungsfreien Eingriffs zwischen dem Zwischenelement und der zweiten Welle kann eine der einander zugewandten Endflächen des Zwischenelements und der zweiten Welle mit einer Zylinderausnehmung versehen sein, und kann die andere der einander zugewandten Endflächen des Zwischenelements und der zweiten Welle mit einer Stummelwelle versehen sein, die in der Ausnehmung drehbar aufgenommen ist, wobei eine gemeinsame axiale Mittellinie der Stummelwelle und der Ausnehmung bezüglich der axialen Mittellinie der zweiten Welle versetzt ist. Vorzugsweise ist die Stummelwelle in der Zylinderausnehmung über ein Rollenlager aufgenommen, um die Reibung zu minimieren.

Im Hinblick auf den Ausschluß jeglichen Spiels in der Lenkvorrichtung und zur Sicherstellung eines in hohem Maße steifen Drehmomentübertragungswegs kann zumindest eine axiale Auswärtsbewegung der ersten Welle begrenzt sein, bspw. unter Einsatz von Schrägkugellagern, und kann eine Einstellschraube in das Gehäuse eingeschraubt sein, wobei ein inneres Ende der Einstellschraube mit einem axial äußeren Ende der zweiten Welle in Eingriff steht, um eine vorbestimmte Axiallast zwischen der ersten Welle, dem Zwischenelement und der zweiten Welle auszuüben.

Durch Einstellen der Einstellschraube ist es möglich, in dem Drehmomentübertragungsweg eine gewünschte Steifigkeit zu erhalten und Spiel zu eliminieren.

Die Erfindung wird im folgenden mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert werden. Es stellt dar:

Fig. 1 einen Schnitt, der eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lenkvorrichtung mit variablem Übersetzungsverhältnis zeigt;

Fig. 2 einen Schnitt längs der Linie II-II in Fig. 1;

Fig. 3 ein Diagramm zur Erläuterung des Funktionsprinzips der Erfindung;

Fig. 4 eine Darstellung ähnlich Fig. 2, die eine zweite erfindungsgemäße Ausführungsform zeigt;

Fig. 5 eine Darstellung ähnlich Fig. 2, die eine dritte erfindungsgemäße Ausführungsform zeigt;

Fig. 6 ein Diagramm, das ein typisches Lenksystem für ein Fahrzeug zeigt;

Fig. 7 einen Graphen, der die Beziehung zwischen dem Lenkeingabewinkel und der Verlagerung einer Zahnstange zeigt;

Fig. 8 einen Graphen, der die Beziehung zwischen der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs und dem typischen Lenkwinkel zeigt; und

Fig. 9 ein nicht erfindungsgemäßes Lenksystem zeigt.

Fig. 1 und 2 zeigen eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lenkvorrichtung mit variablem Übersetzungsverhältnis. Diese Vorrichtung 12 ist zum Einbau in dem in Fig. 6 mit "V" bezeichneten Teil geeignet und umfaßt eine Eingangswelle 11, die mit dem Lenkrad 1 der Fig. 6 verbunden ist. Diese Eingangswelle 11 ist von einem Paar Schrägkugellager 14 drehbar gehalten und kann eine Axiallast abstützen. Die Schrägkugellager 14 sind von einem oberen Teil eines oberen Gehäuses 13a der Lenkvorrichtung 12 gehalten. Ein Dichtungselement 15 ist in einen Ringspalt eingepaßt, der zwischen der aus dem oberen Gehäuse 13a herausragenden Eingangswelle 11 und einem die Eingangswelle 11 umgebenden Teil des oberen Gehäuses 13a gebildet ist.

Ein inneres axiales Ende der in dem oberen Gehäuse 13a aufgenommenen Eingangswelle 11 ist mit einer radialen Verlängerung 11a versehen, die an ihrem inneren axialen Ende einen Steg 11b mit sich verjüngenden Seitenflächen aufweist. Der sich verjüngende Steg 11b ist in einem komplementär ausgebildeten Schlitz 16a eines Zwischenelements 16 über ein Paar flacher Nadellager 17 aufgenommen, so daß diese beiden Teile längs der sich in radialer Richtung erstreckenden Länge des Stegs 11b bzw. des Schlitzes 16a relativ zueinander frei verschiebbar sind. Somit ist das Zwischenelement 16 drehmomentübertragend, jedoch längs einer orthogonal zur Axialrichtung der Eingangswelle 11 verlaufenden Richtung frei beweglich mit der Welle 11 gekoppelt.

Das andere axiale Ende des Zwischenelements 16, das von dem Schlitz 16a wegweist, ist mit einer Stummelwelle 16b versehen, welche integral und axial von diesem ausgeht. Eine Ausgangswelle 18 ist in einem unteren Gehäuse 13b von einem Nadellager 20 und einem Schrägkugellager 18b drehbar gehalten. Die Ausgangswelle 18 ist parallel zu der Eingangswelle 11, jedoch bezüglich dieser radial versetzt angeordnet. Die dem Zwischenelement 16 zugewandte Endfläche der Ausgangswelle 18 ist mit einer Zylinderausnehmung 18a versehen, welche die Stummelwelle 16b über ein Radialnadellager 19 aufnimmt. Ein Axialnadellager 21 ist zwischen den Teilen der einander zugewandten Endflächen des Zwischenelements 16 und der Ausgangswelle 18 angeordnet, die die Stummelwelle 16b umgeben. Diese Stummelwelle 16b verläuft parallel zur Eingangswelle 11, jedoch ist die gemeinsame axiale Mittellinie der Stummelwelle 16b und der Zylinderausnehmung 18a von der Eingangswelle 11 und der Ausgangswelle 18 exzentrisch versetzt.

Somit ist die Stummelwelle 16b in der Zylinderausnehmung 18a der Ausgangswelle 18 drehbar aufgenommen, kann und Drehmoment von der Eingangswelle 11 über einen Eingriffspunkt zur Ausgangswelle 18 übertragen werden, der sowohl von der axialen Mittellinie der Eingangswelle 11 als auch der axialen Mittellinie der Ausgangswelle 18 versetzt ist. Festzuhalten ist, daß die axiale Mittellinie der Eingangswelle 11 von der Axialmitte der Ausgangswelle 18 versetzt ist, um eine nicht-lineare Beziehung zwischen der Eingangswelle 11 und der Ausgangswelle 18 zu erzielen. Diese Beziehung kann auf verschiedene Art und Weise erzielt werden, jedoch ist

diese bestimmte Ausführungsform vorteilhaft, da die Seitenausdehnung des Zwischenelements 16 und die gesamte axiale Länge minimiert werden kann. Das Schrägkugellager 18b kann eine von der Ausgangswelle 18 ausgeübte, nach unten gerichtete Axialkraft abstützen.

Die Ausgangswelle 18 ist in ihrem Hauptteil mit einem Schrägritzel 5 ausgebildet, das zwischen den beiden Lagern 20 und 18b angeordnet ist. Und dieses Ritzel 5 kämmt mit einer Zahnstange 6, die an einem Zahnstangenschaft ausgebildet ist, welcher mit den lenkbaren Straßenrädern verbunden ist, um die Drehbewegung des Lenkrads 1 in die Linearbewegung des Zahnstangenschafts umzuwandeln.

Eine Einstellschraube 22 ist in ein unteres Ende des unteren Gehäuses 13b eingeschraubt, und das innere Ende dieser Einstellschraube 22 steht mit dem unteren Ende des äußeren Laufrings des das untere Ende der Ausgangswelle 18 abstützenden Schrägkugellagers 18b in Eingriff, so daß durch geeignetes Verdrehen der Einstellschraube 22 das Ritzel 5 in axialer Richtung bewegt wird und eine gewünschte Vorlast zwischen der Eingangswelle 11 und der Ausgangswelle 18 mit dem zwischen diesen beiden angeordneten Zwischenelement 16 ausgeübt werden kann. Somit kann einfach durch Einstellen der Einstellschraube 22 jegliches Spiel des Zwischenelements 16 beseitigt werden, und das Spiel des Gesamtsystems kann gesteuert werden. Durch Einstellen der Größe der Vorlast kann ferner die Steifigkeit des Drehmomentübertragungszugs des Systems gesteuert werden und kann die Steifigkeit des Systems in gewünschter Weise betriebsmäßig beeinflusst werden.

Um die Linearbewegung der Zahnstange 6 längs ihrer axialen Richtung im wesentlichen ohne Spiel zu führen, liegt, wie am besten in Fig. 2 dargestellt ist, eine von einem Träger drehbar gehaltene Anpreßrolle 23 an der hinteren Fläche der Zahnstange 6 an und ist der Träger gemeinsam mit der Anpreßrolle 23 durch eine Schraubendruckfeder 25 elastisch in Richtung auf die Zahnstange 6 hin vorgespannt, wobei die Schraubendruckfeder 25 zwischen dem Träger der Anpreßrolle 23 und einer Einstellschraube 24 angeordnet ist, welche in das untere Gehäuse 13b eingeschraubt ist.

Im folgenden soll das Funktionsprinzip dieser Ausführungsform mit Bezug auf Fig. 3 beschrieben werden.

In dem Diagramm der Fig. 3 bezeichnen A und B die Drehmittelpunkte der Eingangswelle 11 und der Ausgangswelle 18, bezeichnet C den Eingriffspunkt zwischen dem Zwischenelement 16 und der Ausgangswelle 18 bzw. die axiale Mitte der Stummelwelle 16b, bezeichnet a das Maß der Exzentrizität zwischen der Eingangswelle 11 und der Ausgangswelle 18 bzw. den Abstand zwischen A und B, bezeichnet b den Abstand zwischen B und C, bezeichnet α den Drehwinkel der Eingangswelle 11 bzw. den Lenkwinkel des Lenkrads 1, und bezeichnet β den Drehwinkel der Ausgangswelle 18 bzw. den Drehwinkel des Ritzels 5. Gemäß der geometrischen Beziehung zwischen den verschiedenen Teilen gilt die folgende mathematische Beziehung:

$$b \cdot \sin \beta = (b \cdot \cos \beta - a) \cdot \tan \alpha$$

Dies kann auch geschrieben werden wie folgt

$$\alpha = \tan^{-1} [b \cdot \sin \beta / (b \cdot \cos \beta - a)]$$

Wenn die Eingangswelle 11 gedreht wird, dreht sich das Zwischenelement 16 aufgrund des Eingriffs mit der Eingangswelle 11 über die Gleitlager 17 nach Art einer Kurbel um die axiale Mitte A der Eingangswelle 11, und die Stummelwelle 16b des Zwischenelements 16 dreht aufgrund des Eingriffs zwischen der Stummelwelle 16b und der Zylinderausnehmung 18a die Ausgangswelle 18 um deren axiale Mitte B. Aufgrund der Exzentrizität a zwischen der Eingangswelle 11 und der Ausgangswelle 18 ist der Drehwinkel der Ausgangswelle 18 nicht allgemein proportional zum Drehwinkel der Eingangswelle 11. Insbesondere steigt die Änderung des Winkels der Ausgangswelle 18 mit zunehmendem Drehwinkel der Eingangswelle 11 für ein gegebenes Inkrement des Drehwinkels der Eingangswelle 11 zunehmend an, wie dies in Fig. 7 durch die durchgezogene Linie a_1 angegeben ist.

Durch Änderung des Maßes der Exzentrizität a, bspw. für verschiedene Fahrzeugmodelle, ist es ferner möglich, das Verhältnis des Drehwinkels der Ausgangswelle 18 für einen gegebenen Drehwinkel der Eingangswelle 11 bzw. das effektive Lenkwinkelverhältnis wie gewünscht zu verändern. In dem Sonderfall, daß zwischen der Eingangswelle 11 und der Ausgangswelle 18 keine Exzentrizität vorhanden ist, ist das Lenkwinkelverhältnis konstant bzw. ändert sich der Lenkwinkel der Ausgangswelle 18 proportional zum Drehwinkel der Eingangswelle 11, wie dies in Fig. 7 durch die gestrichelte Linie a_0 angedeutet ist. Erfindungsgemäß ist jedoch allgemein eine bestimmte Exzentrizität zwischen der Eingangswelle 11 und der Ausgangswelle 18 vorhanden, und das effektive Übersetzungsverhältnis steigt mit steigendem Lenkradlenkwinkel zunehmend an, wie dies in Fig. 7 durch die durchgezogene Linie a_1 angegeben ist. Dies bedeutet, daß das effektive Lenkübersetzungsverhältnis in einem kleinen Lenkwinkelbereich klein ist und der Fahrzeugführer ein relativ stabiles Ansprechen der Lenkung spürt. In einem großen Lenkwinkelbereich andererseits ist das effektive Lenkübersetzungsverhältnis höher und der Fahrzeugführer erfährt ein relativ zügiges Lenkansprechverhalten. Da der Lenkwinkel in einem Hochgeschwindigkeitsbereich des Fahrzeugbetriebs relativ klein ist und große Lenkwinkel nur in einem Niedergeschwindigkeitsbereich auftreten, wird der praktische oder typische Lenkwinkel im Falle eines herkömmlichen Lenksystems mit festem Lenkverhältnis so sein, wie dies in Fig. 8 durch (x) angegeben ist, und im Falle eines erfindungsgemäßen Lenksystems mit variablem Übersetzungsverhältnis so sein, wie dies in Fig. 8 mit (y) angegeben ist. Erfindungsgemäß können somit gleichzeitig in einem Hochgeschwindigkeitsbereich stabile Handhabung des Ansprechens des Fahrzeugs und in einem Niedergeschwindigkeitsbereich günstige Manövrierbarkeit erzielt werden.

Erfindungsgemäß sind die Teile, wie die Eingangswelle 11, das Zwischenelement 16 und die Ausgangswelle 18, die direkt in die Drehmomentübertragung einbezogen sind, von Lagern drehbar gehalten, typischerweise Wälzlagern, bspw. Kugellagern, Rollenlagern und Nadellagern, und es ist im Vergleich zu dem herkömmlichen,

elliptische Zahnmechanismen einsetzenden System einfacher, die erforderliche Präzision zu erzielen. Da die Kontaktfläche an jedem Eingriffspunkt in dem Drehmomentübertragungszug des Systems relativ groß ist, kann ferner ein in hohem Maße haltbarer Aufbau erzielt werden, und das System kann im wesentlichen ohne Geräuschentwicklung betrieben werden. Ferner kann die Änderung des Lenkwinkelverhältnisses beliebig durchgeführt werden, und die Lenkeingabe kann ebenfalls kontinuierlich geändert werden, ohne irgendeinen ungewöhnlichen Eindruck zu erzeugen.

Im folgenden wird eine zweite erfindungsgemäße Ausführungsform mit Bezug auf Fig. 4 beschrieben werden. In Fig. 4 sind Teile, die jenen der vorhergehenden Ausführungsform entsprechen, mit gleichen Bezugszeichen versehen.

In dieser Ausführungsform ist das obere Ende des Zwischenelements 16 anstelle eines Schlitzes 16a mit sich verjüngenden Seitenwandungen mit einer V-förmigen Nut 31 versehen, die einen Öffnungswinkel von 90° aufweist. Die gegenüberliegende Endfläche der radialen Verlängerung 11a der Eingangswelle 11 ist mit einer ähnlichen V-förmigen Nut 32 versehen, die einen Öffnungswinkel von 90° aufweist. Diese Nuten 31 und 32 sind zueinander ausgerichtet und legen einen länglichen Hohlraum rechteckförmigen Querschnitts fest. In diesem Hohlraum ist ein Gleitlager 33 aufgenommen, welches eine Mehrzahl von Rollen umfaßt, die von einem Halterungselement in einer einzigen Reihe drehbar derart gehalten sind, so daß ihre Drehachsen zueinander alternierend um 90° versetzt sind. Somit können sich das Zwischenelement 16 und die Eingangswelle 11 mittels des Gleitlagers 33 in Längsrichtung der Nuten 31 und 32 relativ zueinander frei bewegen. Diese Ausführungsform hat den Vorteil einfachen Aufbaus.

Im folgenden wird eine dritte erfindungsgemäße Ausführungsform mit Bezug auf Fig. 5 beschrieben werden. In Fig. 5 sind Teile, die jenen der vorhergehenden Ausführungsformen entsprechen, mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Diese Ausführungsform ist der zweiten Ausführungsform ähnlich, jedoch umfaßt das Gleitlager 34 eine einzige Reihe von Stahlkugeln, die in einem Halterungselement drehbar gehalten sind. Das Gleitlager 34 ist in einem Paar zueinander ausgerichteter Nuten 31 und 32 aufgenommen, die geringfügig gekrümmte Seitenwandungen aufweisen und in den einander gegenüberliegenden Endflächen der radialen Verlängerung 11a der Eingangswelle 11 und des Zwischenelements 16 vorgesehen sind. Diese Ausführungsform weist ähnliche Vorteile auf wie die zweite Ausführungsform.

In den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen war das Ritzel 5 auf der Ausgangswelle 18 vorgesehen, während das Lenkrad 1 mit der Eingangswelle 11 verbunden war. Es ist jedoch ebenso möglich, diese Beziehung umzukehren. Insbesondere ist es möglich, die Funktionen der Eingangswelle 11 und der Ausgangswelle 18 auszutauschen und ein Ritzel an der derart neu definierten Ausgangswelle vorzusehen, während das Lenkrad an der derart neu definierten Eingangswelle angebracht ist.

Somit ist es erfindungsgemäß möglich, eine nicht-lineare Beziehung zwischen der Eingangswelle und der Ausgangswelle zu erzeugen, indem man einen rein mechanischen Kraftübertragungsmechanismus verwendet, und hierdurch mit einem in hohem Maße einfachen Aufbau in einem Hochgeschwindigkeitsbereich eine stabile Handhabung des Fahrzeugs und in einem Niedergeschwindigkeitsbereich eine zügige Manövrierbarkeit zu erzielen. Da diese nicht-lineare Beziehung durch Änderung der Exzentrizität zwischen der Eingangswelle und der Ausgangswelle beliebig eingestellt werden kann, ist es möglich, für jedes beliebige Fahrzeugmodell in einfacher Art und Weise optimale Lenkübersetzungseigenschaften zu erhalten. Durch Einsatz von Wälzlager bzw. Rollenlagern in dem Gleiteingriffsteil zwischen der Eingangswelle und dem Zwischenelement kann ein glatter und günstiger Betriebseindruck erzielt werden und die Haltbarkeit der Gleiteile kann erhöht werden mit dem zusätzlichen Vorteil verminderter Geräuschentwicklung.

Obgleich die vorliegende Erfindung anhand bestimmter Ausführungsformen beschrieben worden ist, ist es möglich, deren Details zu modifizieren und abzuwandeln, ohne vom Umfang der Erfindung abzuweichen.

Eine erste Welle und eine zweite Welle sind drehbar von einem Gehäuse parallel zueinander verlaufend, jedoch gegeneinander versetzt angeordnet. Zwischen einander zugewandten Axialenden dieser Wellen ist ein Zwischenelement angeordnet. Das Zwischenelement überträgt Drehmoment von der ersten Welle auf die zweite Welle, jedoch ist das Zwischenelement relativ zu der ersten Welle radial verschiebbar und steht mit der zweiten Welle an einem radial versetzten Punkt in Eingriff. Da der Abstand zwischen der axialen Mittellinie der ersten Welle und dem Eingriffspunkt zwischen dem Zwischenelement und der zweiten Welle sich mit der Winkelverlagerung der ersten Welle ändert, kann ein gewünschtes nicht-lineares Verhalten zwischen der Winkelverlagerung der ersten Welle und der zweiten Welle erhalten werden. Dieses Verhalten kann dazu verwendet werden, ein gewünschtes variables Übersetzungsverhältnis zu erzielen, das für die Lenkvorrichtung geeignet ist. Ferner birgt die wechselweise Gleitbewegung zwischen der ersten Welle und der Zwischenwelle in radialer Richtung eine derartige Beziehung in sich, und sie kann bemessungsmäßig präzise und spiel frei erzielt werden, da die Bewegungen der beweglichen Elemente streng aus Drehbewegungen kreisförmiger Elemente und einfachen Linearbewegungen bestehen. Rollenlager und Kugellager sollten in verschiedenen Teilen zur Minimierung von Spiel eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Lenkvorrichtung mit variablem Übersetzungsverhältnis für ein Kraftfahrzeug, umfassend:

ein Gehäuse (13a, 13b);

eine erste Welle (11), die von dem Gehäuse (13a, 13b) um eine axiale Mittellinie (A) der ersten Welle (11) drehbar gehalten ist, wobei die erste Welle (11) ein axial inneres Ende (bei 11a) aufweist;

eine zweite Welle (18), die von dem Gehäuse (13a, 13b) um eine axiale Mittellinie (B) der zweiten Welle (18) drehbar gehalten ist, welche parallel zur axialen Mittellinie (A) der ersten Welle (11), jedoch bezüglich dieser

- axialen Mittellinie (A) der ersten Welle (11) versetzt verläuft, wobei die zweite Welle (18) ein axial inneres Ende (bei 18a) aufweist, welches dem axialen inneren Ende (bei 11a) der ersten Welle (11) zugewandt ist; und ein Zwischenelement (16), das mit dem axial inneren Ende (bei 11a) der ersten Welle (11) integral drehbar, jedoch relativ zu diesem in radialer Richtung verschiebbar in Eingriff steht und mit dem axial inneren Ende (bei 18a) der zweiten Welle (18) an einem bezüglich der axialen Mittellinie (B) der zweiten Welle (18) versetzten Punkt in Drehmomentübertragungseingriff steht;
- wobei die erste Welle (11) oder die zweite Welle (18) funktionsmäßig mit einem Lenkrad (1) verbunden ist, während die jeweils andere Welle funktionsmäßig mit einem lenkbaren Straßenrad (9) verbunden ist.
2. Lenkvorrichtung mit variablem Übersetzungsverhältnis nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eines der einander gegenüberliegenden axialen Enden der ersten Welle (11) und des Zwischenelements (16) mit einem Steg (11b) versehen ist und das andere der einander gegenüberliegenden axialen Enden der ersten Welle (11) und des Zwischenelements (16) mit einem komplementär ausgebildeten Schlitz (16a) zur Aufnahme des Stegs (11b) versehen ist, wobei ein Paar Gleitlager (17) zwischen einander zugewandten Seitenwandungen des Stegs (11b) und des Schlitzes (16a) angeordnet ist.
3. Lenkvorrichtung mit variablem Übersetzungsverhältnis nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die einander zugewandten axialen Enden der ersten Welle (11) und des Zwischenelements (16) mit einander zugewandten in Radialrichtung verlaufenden Nuten (31, 32; 35, 36) versehen sind und ein Gleitlager (33; 34) in den Nuten (31, 32; 35, 36) aufgenommen ist, um eine Drehmomentübertragung zwischen der ersten Welle (11) und dem Zwischenelement (16) bei gleichzeitiger Möglichkeit einer freien linearen Bewegung in radialer Richtung zu ermöglichen.
4. Lenkvorrichtung mit variablem Übersetzungsverhältnis nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Gleitlager (33) eine Mehrzahl von Rollen umfaßt, die in einer einzigen Reihe angeordnet sind, sowie eine Halterung umfaßt, welche die Rollen drehbar hält, wobei die Drehachsen der Rollen alternierend um 90° versetzt sind.
5. Lenkvorrichtung mit variablem Übersetzungsverhältnis nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Gleitlager (34) eine Mehrzahl von Kugeln umfaßt, die in einer einzigen Reihe angeordnet sind, sowie eine Halterung umfaßt, welche die Kugeln drehbar hält.
6. Lenkvorrichtung mit variablem Übersetzungsverhältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine der einander zugewandten Endflächen des Zwischenelements (16) und der zweiten Welle (18) mit einer Zylinderausnehmung (18a) versehen ist, und die andere der einander zugewandten Endflächen des Zwischenelements (16) und der zweiten Welle (18) mit einer Stummelwelle (16b) versehen ist, die in der Ausnehmung (18a) drehbar aufgenommen ist, wobei eine gemeinsame axiale Mittellinie (C) der Stummelwelle (16b) und der Ausnehmung (18a) bezüglich der axialen Mittellinie (B) der zweiten Welle (18) versetzt ist.
7. Lenkvorrichtung mit variablem Übersetzungsverhältnis nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine axiale Auswärtsbewegung der ersten Welle (11) begrenzt ist, und daß eine Einstellschraube (22) in das Gehäuse (13a, 13b) eingeschraubt ist, wobei ein inneres Ende der Einstellschraube (22) mit einem axial äußeren Ende der zweiten Welle (18) in Eingriff steht, um eine vorbestimmte Axiallast zwischen der ersten Welle (11), dem Zwischenelement (16) und der zweiten Welle (18) auszuüben.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

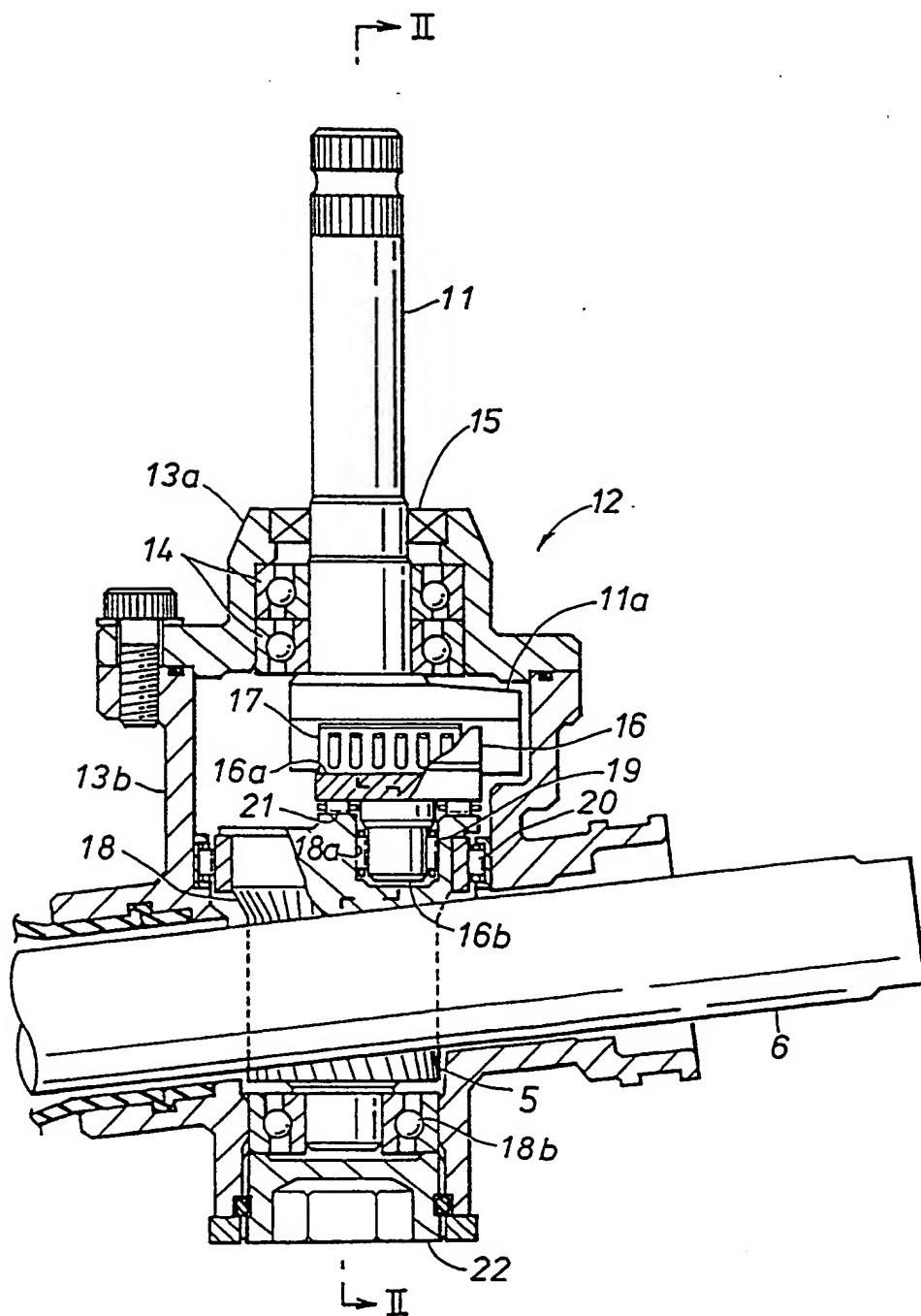


Fig. 2

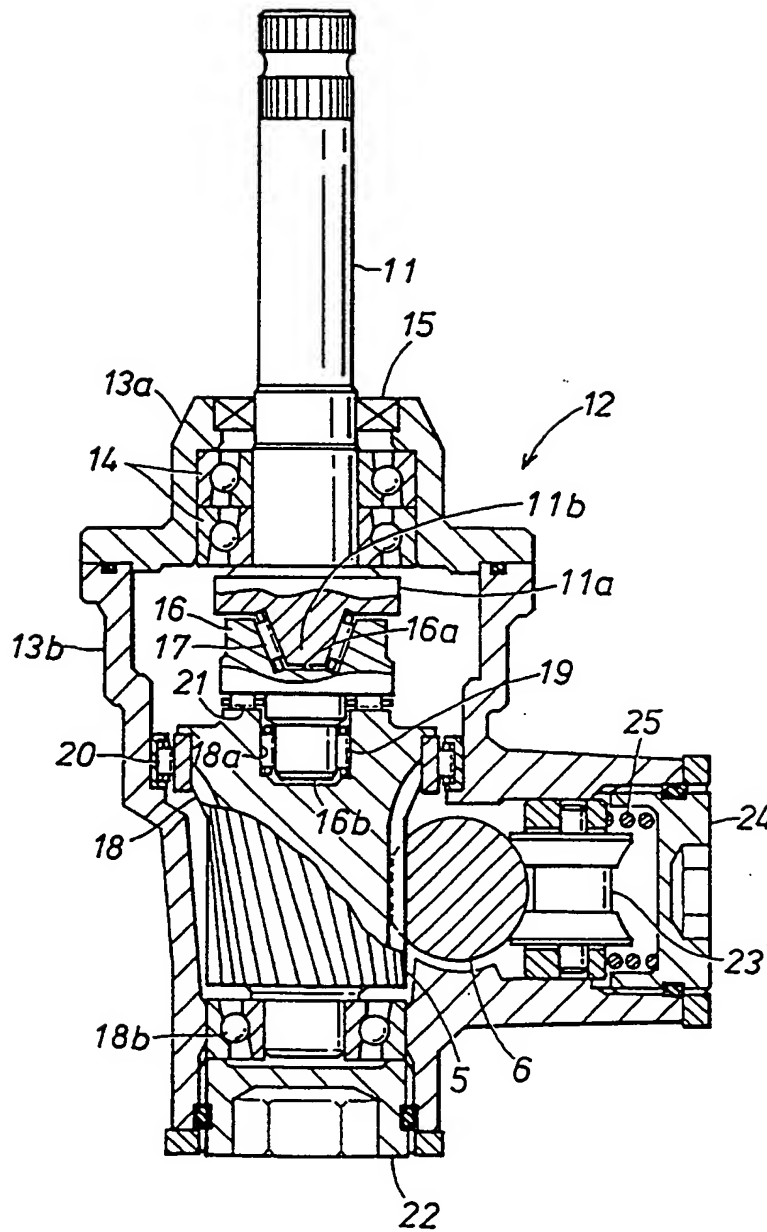


Fig. 3

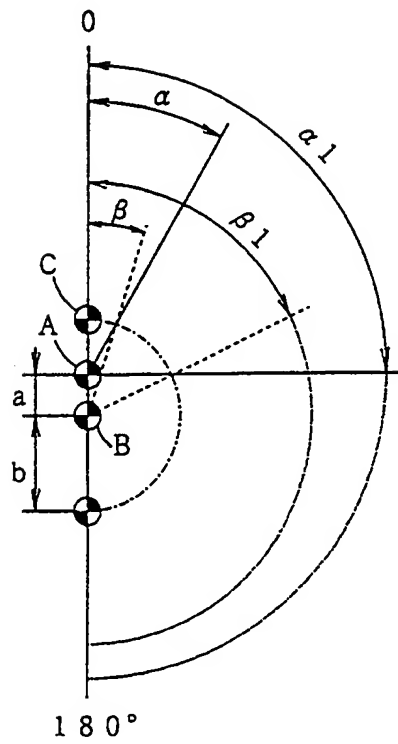


Fig. 4

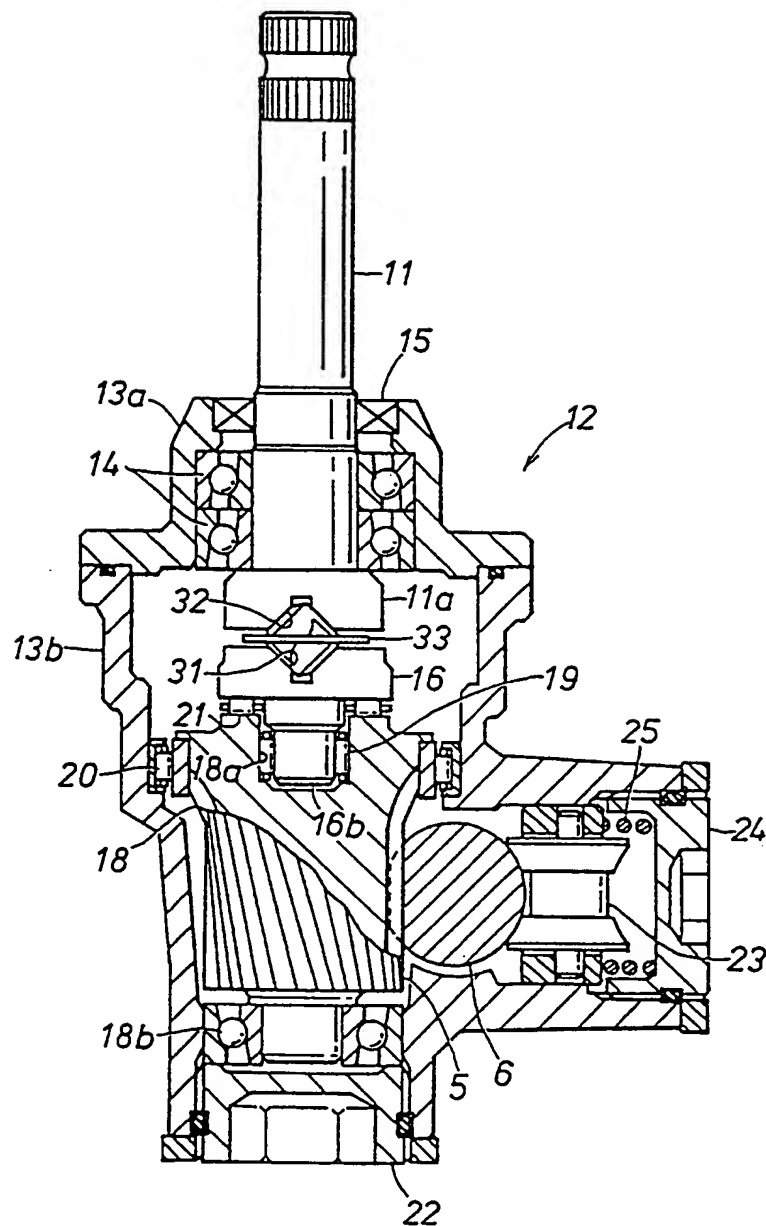


Fig. 5

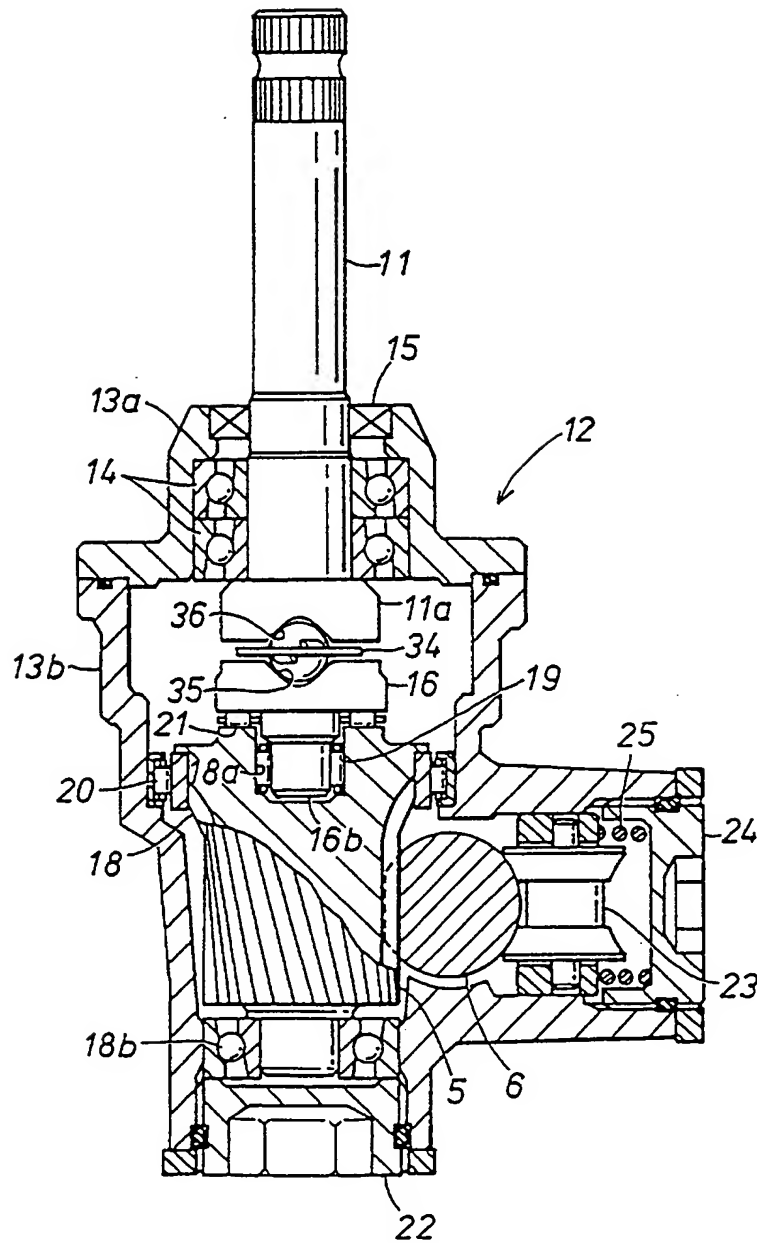


Fig. 6

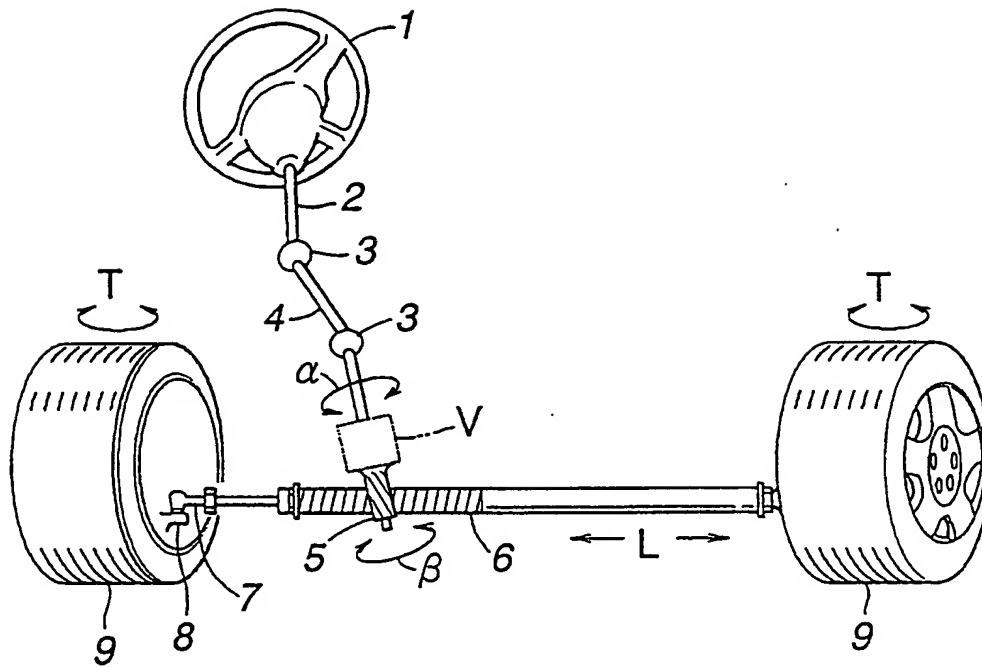


Fig. 7

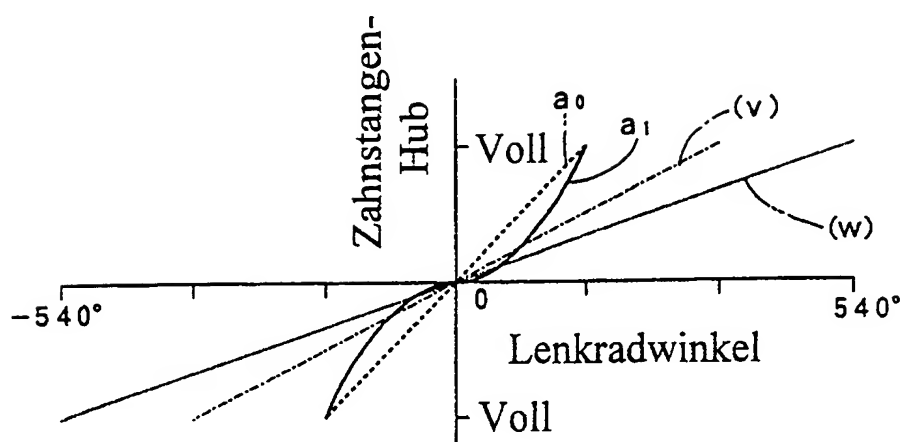


Fig. 8

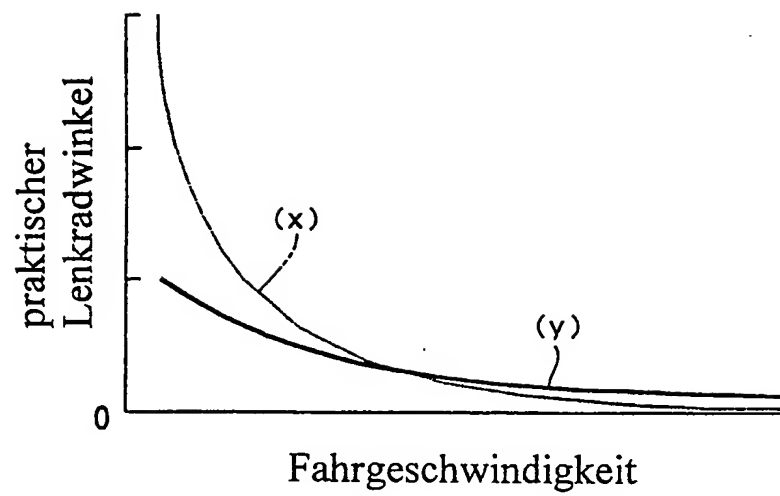
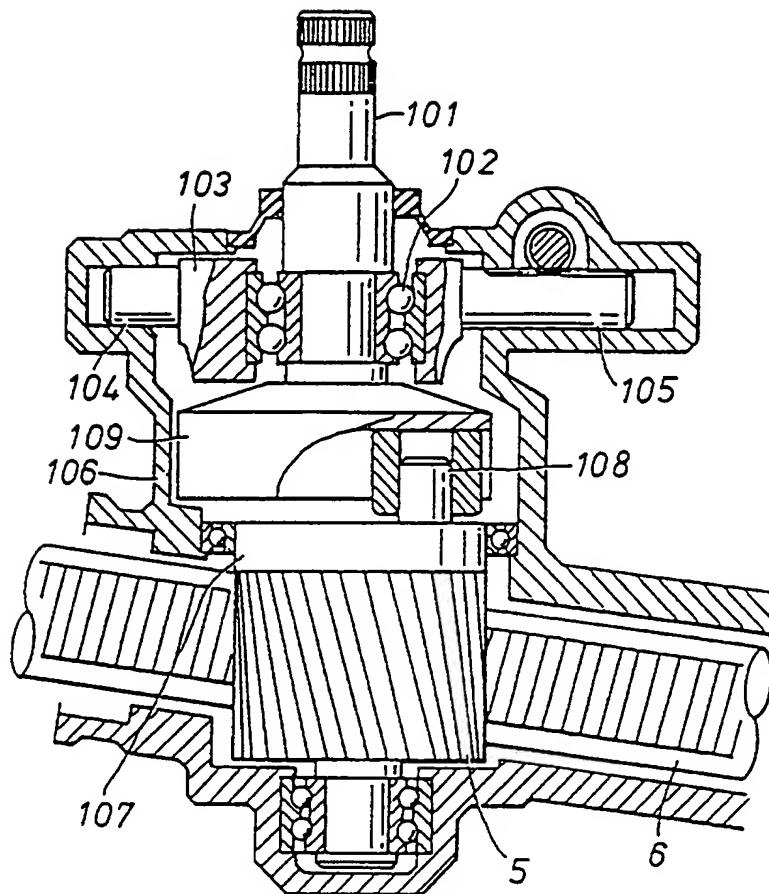


Fig. 9



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.